

氏名(本籍)	王悦朋(中国)
学位の種類	博士(生物工程)
学位記番号	博甲第6145号
学位授与年月日	平成24年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	Inhibition of Soybean Protein-odor using Soybean Produced in China (中国産大豆を原料とした大豆蛋白質の大豆臭の抑制に関する研究)

主査	筑波大学教授	博士(農学)	張振亜
副査	筑波大学教授	農学博士	杉浦則夫
副査	筑波大学准教授	農学博士	北村豊
副査	筑波大学准教授	博士(生物工程)	楊英男

論文の内容の要旨

大豆はグリシンマックス (*Glycine max*) と呼ばれる豆科植物の種子である。大豆には様々な有効成分が含まれているが、中で最も重要なのが大豆のたんぱく質である。大豆たんぱく質は、栄養性、経済性、加工特性に優れており、さらに、コレステロールの低下、心臓病のリスクの低減、更年期障害の軽減、肥満の予防などの生理機能性も明らかにされてきたため、健康志向の高まる中、新しい食品素材として注目を浴びている。

一方、2005年度の中国の衛生省による中国人健康状況に関する調査では「19%の中国人が高血圧と推定され、2000万人が糖尿病と推定され、1.6億人が高脂血症と診断され、2億の中国人が標準の体重を超過している」と報告された。国民の健康現状を改善するため、中国政府からは「大豆行動計画」が提出された。しかし、大豆たんぱく質は、加工過程で豆中に多く含まれているリノール酸がリポキシゲナーゼにより過酸化され、青臭い不快臭と不快味を持っている化合物が発生するため、食品素材として敬遠されるという大きな欠点をもっている。

現在、中国では、大豆臭を取り除く技術として主に加熱蒸気法を使っている。しかし、この方法では大豆臭を取り除く効果が不十分で、その上たんぱく質の栄養成分も破壊され、タンパクの溶解性を低下させるなどの副作用が発生する問題が残されている。そのため、現在中国では肉製品の加工に国産大豆たんぱく質を使用しているのを除いて、他の食品分野ではすべてアメリカ産と日本産の大豆たんぱく質に依存している。しかし、輸入品が高価なことから、大豆たんぱく質の普及が制限されている。大豆たんぱく質の加工の過程にこれらの大豆臭を除去することができれば、中国産の大豆たんぱく質の普及、中国産大豆資源の利活用に大きな貢献が可能になると考える。本研究ではたんぱく質の栄養成分の破壊を防止し、大豆臭の発生経路により新規の大豆臭の生成を抑制する方法の開発と研究を目的とした。

本研究では、天然植物である生姜、キュウリに対して、それぞれの溶媒、ヘキサン、酢酸エチル、ブタノール、メタノールを用いて、順次抽出操作を行った。紫外線分光光度計を用いて、各抽出物のリポキシゲナーゼに対する阻害性を検討した。その結果、生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物はほかの抽出物に比べて、よい阻害効果があることが判明した。更に、抽出物の大豆たんぱく質の機能性への影響を評

価するため、低温脱脂大豆粉を使って、濃縮たんぱく質（SPC）の工業的生産方法によって、濃縮過程中別々に適量の生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物を添加して、濃縮たんぱく質（SPC）を作成した。作成した SPC 中のリポキシゲナーゼの活性、SPC の溶解性、吸油性、乳化力、起泡性などを評価した。結果としては、リポキシゲナーゼの活性が殆ど消えた。また、中国市販の濃縮たんぱく質 SPC と比較した結果、水への溶解性、吸油性、乳化力、起泡性などの性能が大きく改善された。

そして、どのような成分が大豆臭の抑制効果を持っているかについて究明するため、クロマトグラフィーを用いて、生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物に対し、精製を行った。生姜の酢酸エチル抽出物から 12 分画、キュウリのヘキサン抽出物から 11 分画を得た。紫外線分光光度計を用いて、各分画のリポキシゲナーゼに対する阻害性を検討した。その結果、生姜の第 2、3 分画とキュウリの第 6 分画は標準リポキシゲナーゼ阻害剤である Baicalein と比べて、添加濃度が 0.3mg/ml 以下の場合には良い阻害効果が確認された。生姜の第 5、6 分画が各添加濃度において Baicalein よりも強いリポキシゲナーゼの抑制効果があることが明らかになった。最後に、GC-MS を用いて、生姜の第 5、6 分画に含まれる主な成分の構造を測定した。結果としては、含有量が一番多い成分の構造が 4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)butan-2-one であることが確認された。これらの結果は新規な無臭大豆たんぱく質の生産技術の開発に期待されると考える。

審査の結果の要旨

本研究では、天然植物である生姜、キュウリを用いて、それぞれのヘキサン、酢酸エチル、ブタノール、メタノールで順次抽出を行った。各抽出物のリポキシゲナーゼに対する阻害性を検討した。その結果、生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物はリポキシゲナーゼに対する強い阻害効果があると確認した。更に、生姜の酢酸エチル抽出物およびキュウリのヘキサン抽出物の大豆たんぱく質の機能性への影響について、検討を行った。まずは、低温脱脂大豆粉を用いて、濃縮たんぱく質（SPC）の工業的生産方法によって濃縮たんぱく質（SPC）を作成し、たんぱく質濃縮過程に別々に一定量の生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物を添加した。作成した濃縮たんぱく質（SPC）中のリポキシゲナーゼの活性、SPC の溶解性、吸油性、乳化力、起泡性などを評価した。結果としては、リポキシゲナーゼの活性が殆ど検出されず、中国市販の濃縮たんぱく質 SPC と比較した結果、水への溶解性、吸油性、乳化力、起泡性などの性能が大きく改善された。さらに、生姜の酢酸エチル抽出物とキュウリのヘキサン抽出物に対し、精製を行い、生姜の酢酸エチル抽出物から 12 分画、キュウリのヘキサン抽出物から 11 分画を得た。紫外線分光光度計を用いて、各分画のリポキシゲナーゼに対する阻害性を検討したところ、生姜の第 2、3 分画とキュウリの第 6 分画は標準リポキシゲナーゼ阻害剤である Baicalein と比べて、添加濃度が 0.3mg/ml 以下の場合には良い阻害効果が確認された。また、生姜の第 5、6 分画が各添加濃度において Baicalein よりも強いリポキシゲナーゼの抑制効果があることが明らかになった。

最後に、GC-MS を用いて、生姜の第 5、6 分画に含まれる主な成分の構造を測定した。結果としては、含有量が一番多い成分の構造が 4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)butan-2-one であることが確認された。これらの結果は新規な無臭大豆たんぱく質の生産技術の開発に期待されると考える。本研究では貴重な知見が得られ、無臭大豆たんぱく質の生産法の研究開発や大豆材料の機能性食品の開発への応用に科学的かつ技術的助言が提供できた点をオリジナリティに富む研究として高く評価できる。

平成 24 年 1 月 31 日、学位審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査および最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判断された。

よって、著者は博士（生物工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。